

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-219689

(P2003-219689A)

(43) 公開日 平成15年7月31日(2003.7.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
H 0 2 P 7/63	3 0 2	H 0 2 P 7/63	3 0 2 H 5 H 0 0 7
H 0 2 M 7/48		H 0 2 M 7/48	L 5 H 5 7 6

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-12553(P2002-12553)

(22) 出願日 平成14年1月22日(2002.1.22)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 林 寛明

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100088339

弁理士 篠部 正治

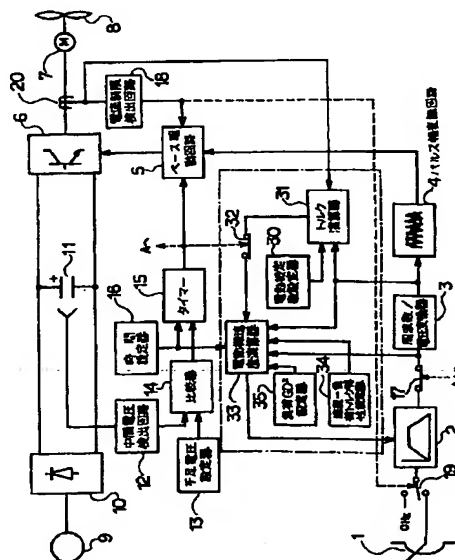
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 インバータ装置

## (57) 【要約】

【課題】 瞬時停電後の電動機の運転再開時に、速度検出器を使用せずに、突入電流の抑制と共に短時間で同期引き込みができるようにすることにある。

【解決手段】 電動機定数設定器30の出力と電圧・電流からトルク演算器31が演算したトルクと、負荷GD<sup>2</sup>設定器35の設定値と速度-負荷トルク特性設定器34の設定値と電源停電時の出力周波数と時間設定器16で定める時間から電動機速度演算器33が演算する電動機速度に対応する周波数を使って、電動機の運転を再開させる。または定常運転周波数領域判別器40は、停電発生時点の周波数と時間設定器16で定めた時間から、再始動周波数設定器41が設定している複数の再始動周波数の中から適切な値を切り換えスイッチ42により選択し、この選択した周波数を使って、電動機の運転を再開させる。



(2)

## ・【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の電圧と周波数の交流電力を出力して電動機を可変速運転させるインバータ装置の電源停電時には前記電動機を自由回転とし、該停電の復旧後に該電動機を再始動させるインバータ装置において、前記電動機とその負荷との合計のはずみ車効果を設定するはずみ車効果設定器と、

回転速度と前記負荷のトルクとの関係を設定するトルク特性設定器と、

前記電動機の各種定数を設定する電動機定数設定器と、前記インバータ装置の出力電圧指令値または検出値および電流検出値と前記電動機定数設定値から前記負荷のトルクを演算するトルク演算器と、

前記電源の停電発生時点の前記インバータ装置の出力周波数を記憶する周波数記憶回路と、

前記電源の停電発生時点から予め定めた時間の経過を計測するタイマと、

前記はずみ車効果設定器の出力と、前記トルク特性設定器の出力と、前記トルク演算器の演算値および前記周波数記憶回路の記憶値とを入力して前記タイマが計測する時間が経過した時点での前記電動機の回転速度を演算する電動機速度演算器とを備え、

前記インバータ装置が出力する交流電力の電圧と周波数を前記電動機速度演算器が演算する回転速度に対応する値にして前記電動機の運転を再開させることを特徴とするインバータ装置。

【請求項2】 所望の電圧と周波数の交流電力を出力して電動機を可変速運転させるインバータ装置の電源停電時には前記電動機を自由回転とし、該停電の復旧後に該電動機を再始動させるインバータ装置において、

前記電源の停電発生時点の前記インバータ装置の出力周波数を記憶する周波数記憶回路と、

前記電源の停電発生時点から予め定めた時間の経過を計測するタイマと、

予め設定された複数の再始動周波数値を備えた周波数設定器と、

前記周波数記憶回路の記憶値を入力して前記タイマが計測する時間経過後の前記電動機の回転速度に対応する周波数を前記周波数設定器から選択する再始動周波数選択回路とを備え、

前記インバータ装置が出力する交流電力の電圧と周波数を、前記再始動周波数選択回路からの選択値に対応する値にして前記電動機の運転を再開させることを特徴とするインバータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電動機を可変速運転させるインバータ装置の電源が短時間停電した場合に自動的に再始動できるインバータ装置に関する。

【0002】

2

【従来の技術】 インバータ装置は、これが出力する交流電力の電圧や周波数を所望の値に制御することができるから、従来は速度制御が困難であった誘導電動機を可変速運転させることができる。よって誘導電動機でウインチを駆動する場合の貨物の昇降速度の変更や、ファンやポンプなどを駆動する場合の吐出流体の流量や圧力の変更が容易に行えるので、インバータ装置による誘導電動機の変速運転が多用されている。

【0003】 ところでこのインバータ装置は商用電源から電力の供給を受けるので、この商用電源が停電した場合は運転を停止せざるを得ないが、近年の商用電源は長時間停電するような事故は殆ど無い。しかし送電線が長いために、落雷や送電線路の切り換えなどにより極く短い時間の停電（以下ではこれを瞬時停電と称する）が、ときには生じることがある。従来のインバータ装置は、停電が発生すると電動機をインバータ装置から切り離して自由回転状態にして一旦停止させた後、あらためて再始動させていたから、瞬時停電の場合でも電動機は長時間停止してしまう不都合があった。

【0004】 しかしながら、冷却水ポンプや潤滑油ポンプのように長時間の停止を避けたい負荷を駆動する電動機は、停電が復旧すれば自由回転中であっても直ちに運転を再開させたいが、自由回転期間中に電動機の回転速度がどの程度低下しているかが不明である。よってインバータ装置が交流電力の供給を再開する際の電圧と周波数が、その時点での誘導電動機の回転速度に対応した値から大きく外れていると、運転再開時に過大な突入電流が流れてアラームが発生する可能性がある。

【0005】 ポンプやファンを駆動する際の電動機回転速度は精密に制御する必要はないから、このような負荷を駆動する電動機にはパルスエンコーダなどの速度検出器は取り付けずに、オープンループでの速度制御を行うのが一般的であるが、前述の不都合を回避するべく、電動機に速度検出器を取り付けて運転再開時の回転速度を検出できるようにすることがある。しかしながら、そのために電動機の反負荷側軸端に速度検出器を取り付ける加工を施すことになって、標準型の電動機を使用できないことや、ポンプ室に余分なスペースや配線が必要になるなどの不都合を生じてしまう。

【0006】 図5は再始動装置付きインバータ装置の従来例を示したブロック回路図である。この図5において、交流-直流変換器10と直流-交流変換器6と直流中間回路に接続した平滑コンデンサ11とでなるインバータ装置により、商用電源9からの交流電力は、可変電圧・可変周波数の交流電力に変換されて誘導電動機7を所望の回転速度で駆動するのであるが、この誘導電動機7には負荷8が結合されている。

【0007】 周波数設定器1が設定する周波数設定値は周波数/電圧変換器3へ与えられて、これに入力する周波数設定値に対応した電圧を出力する。これをパルス幅

50

(3)

変調回路 4 とベース駆動回路 5 を介して直流-交流変換器 6 に与えることで、インバータ装置は周波数設定器 1 で設定した周波数に対応した電圧と周波数の交流電力を誘導電動機 7 へ出力する。

【0008】商用電源 9 が停電しても誘導電動機 7 が運転を継続すれば、平滑コンデンサ 11 の電圧が低下する。中間電圧検出回路 12 が検出する平滑コンデンサ 11 の電圧が不足電圧設定器 13 で設定した遮断値以下に低下したことを比較器 14 が検出すれば、タイマ 15 がスタートし、ベース駆動回路 5 を介して直流-交流変換器 6 の出力を遮断して誘導電動機 7 を自由回転状態にすると共に、保持回路 17 に信号を送って、この時点での周波数値を保持させる。時間設定器 16 が予め設定している時間が経過すると（このとき瞬時停電は既に復旧している）タイマ 15 は停止してリセットされると共に、保持回路 17 に記憶されていた電力遮断時の周波数値が周波数/電圧変換器 3 に与えられ、誘導電動機 7 は停電直前の電圧と周波数の交流電力により運転を再開することになる。なお、時間設定器 16 で設定する時間は、電動機の残留電圧の影響が少なくなるまでの時間を目安に設定する。

【0009】インバータ装置が運転を再開した時点での出力電力の周波数値と電動機回転速度と差が大きいと大きな突入電流が流れる。この突入電流は変流器 20 で検出される。この突入電流が電流制限レベル検出回路 18 で定めた値を越えると、周波数切り換え器 19 により加減速演算器 2 への入力を零ヘルツにすると共にベース駆動回路 5 へは直流-交流変換器 6 の出力を瞬時に遮断させる信号を送ることにより、当該インバータ装置が一定値以上の電流を流すのを阻止する。但し電流が常時制限値以上になって、インバータ装置の出力が長時間継続して遮断とならない。この状態が継続することにより、インバータ装置の出力周波数と誘導電動機 7 の回転速度とがほぼ一致すれば、電流制限レベル検出回路 18 の出力は零となり、加減速演算器 2 の出力は、周波数設定器 1 で設定した周波数値、すなわち定常運転速度へ復帰するべく加速していく。

【0010】図 6 は図 5 で既述の従来例回路が停電復旧時にインバータ装置から出力する交流電力の周波数値を停電直前と同じ値にした場合の動作を示したタイムチャートであって、図 6①は商用電源 9 の電圧状態の変化を示し、図 6②は誘導電動機 7 の回転速度の変化（破線）とインバータ装置の出力周波数（実線）の変化を示している。この図 6 において、 $T_1$  は瞬時停電期間、 $T_2$  は停電中の運転継続期間、 $T_3$  はインバータ装置の出力遮断期間、 $T_4$  は同期引き込み動作期間、 $T_5$  は再加速期間であって、 $T_6$  は定常運転期間を示している。

【0011】図 7 は停電復旧時にインバータ装置が出力する交流電力の周波数値を零から徐々に上昇させた場合の動作を示したタイムチャートであって、図 7①は商用

電源 9 の電圧状態の変化を示し、図 7②は誘導電動機 7 の回転速度の変化（破線）とインバータ装置の出力周波数（実線）の変化を示している。この図 7 において、 $T_1$  は瞬時停電期間、 $T_2$  は停電中の運転継続期間、 $T_3$  はインバータ装置の出力遮断期間、 $T_{14}$  は同期引き込み動作期間、 $T_{15}$  は再加速期間であって  $T_{16}$  は定常運転期間を示している。

【0012】図 8 は自由回転中の誘導電動機 7 に直流を流すことで得られる電流の周波数から電動機の回転速度（すなわち周波数値）を推定し、この推定周波数値で運転を再開させるサーチ方式の動作を示したタイムチャートであって、図 8①は商用電源 9 の電圧状態の変化を示し、図 8②は誘導電動機 7 の回転速度の変化（破線）とインバータ装置の出力周波数（実線）の変化を示している。この図 8 において、 $T_1$  は瞬時停電期間、 $T_2$  は停電中の運転継続期間、 $T_{23}$  はインバータ装置の出力遮断期間、 $T_{24}$  は速度推定（サーチ）動作期間、 $T_{25}$  は再加速期間を示している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述した各タイムチャートから明らかなように、誘導電動機 7 に速度検出器を取り付けずに運転する場合において、瞬時停電後に電動機を停止させることなく再始動をさせた場合に、電動機速度が低下しているにもかかわらずインバータ装置が出力する交流電力の周波数値を停電直前の値にすると、図 6 に示すように、同期引き込みに長い時間（図 6 の  $T_4$ ）が必要になる。またインバータ装置が出力する交流電力の周波数値を零からスタートさせた場合も、図 7 に示すように同期引き込みに長い時間（図 7 の  $T_{14}$ ）が必要になるし、サーチ方式は残留電圧の影響を受けないようにするために、図 8 に示すようにインバータ装置の出力遮断期間（図 8 の  $T_{23}$ ）が長くなって、サーチ開始時期が遅くなる。よっていずれの方法でも同期引き込みに長い時間が必要になる欠点があった。

【0014】そこでこの発明の目的は、瞬時停電後の電動機の運転再開時に、速度検出器を使用せずに、突入電流を抑制すると共に短時間で同期引き込みができるようにすることにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、この発明のインバータ装置は、所望の電圧と周波数の交流電力を出力して電動機を可変速運転させ、電源が停電すれば電動機を自由回転にするインバータ装置に、電動機と負荷との合計のはずみ車効果を設定するはずみ車効果設定器と、回転速度と負荷トルクとの関係を設定するトルク特性設定器と、電動機の各種定数を設定する電動機定数設定器と、インバータ装置から検出する出力電圧指令値または検出値および電流検出値と前記電動機定数設定値から前記負荷のトルクを演算するトルク演算器と、前記電源の停電発生時点の前記インバータ装

(4)

置の出力周波数を記憶する周波数記憶回路と、前記電源の停電発生時点から予め定めた時間の経過を計測するタイマと、前記はずみ車効果設定器の出力と、前記トルク特性設定器の出力と、前記トルク演算器の演算値および前記周波数記憶回路の記憶値とを入力して前記タイマが計測する時間が経過した時点での前記電動機の回転速度を演算する電動機速度演算器とを備え、前記インバータ装置が出力する交流電力の電圧と周波数を前記電動機速度演算器が演算する回転速度に対応する値にして前記電動機の運転を再開させる。

【0016】または、前記電源の停電発生時点から予め定めた時間の経過を計測するタイマと、予め設定された複数の再始動周波数値を備えた周波数設定器と、前記周波数記憶回路の記憶値を入力して前記タイマが計測する時間経過後の前記電動機の回転速度に対応する周波数を前記周波数設定器から選択する再始動周波数選択回路とを備え、前記インバータ装置が出力する交流電力の電圧と周波数を、前記再始動周波数選択回路からの選択値に対応する値にして前記電動機の運転を再開させる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1実施例を表したブロック回路図であるが、この図1の第1実施例回路は、図5で既述の従来例回路に、一点鎖線で囲んだ部分、すなわち電動機定数設定器30、トルク演算器31、スイッチ32、電動機速度演算器33、速度-負荷トルク特性設定器34および負荷GD<sup>2</sup>設定器35を追加して構成しているが、この追加部分以外の動作は図5で既述の従来例回路と同じである。よってここでは追加部分の動作のみを説明する。

【0018】定常運転時にインバータ装置の出力電圧の相当値と変流器20が検出する出力電流と電動機定数設定器30が設定する電動機定数を用いて、トルク演算器31は負荷トルクを演算している。ここで、インバータ装置の出力電圧の相当値とは、図1の周波数/電圧変換器3の出力の如く電圧指令値であっても良く、別途に出力電圧を検出している場合などは実際値でも良い。

【0019】瞬時停電が発生して比較器14の動作によりタイマ15が動作すると、保持回路17とスイッチ32により瞬時停電発生時の加減速演算器2が出力する周波数値とトルク演算器31が演算する負荷トルクがホールドされる。更にインバータ装置の出力が遮断されている期間（すなわちタイマ15の動作中）に、速度-負荷トルク特性設定器34の出力と時間設定器16の設定値と負荷GD<sup>2</sup>設定器35で得られるはずみ車効果およびホールドされている前記の負荷トルクと運転周波数とを用いて、電動機速度演算器33は再始動開始時の電動機速度とその周波数換算値とを演算しておく。

【0020】ここで、電動機の自由回転（空転）時の速度N<sub>2</sub>（単位 r/min）と、経過時間（単位 s）、負荷トルクT<sub>L</sub>（単位 N・m）、全慣性モーメントJ（単位 k

g・m<sup>2</sup>）、自由回転開始時（瞬時停電発生時）の電動機速度N<sub>1</sub>（単位 r/min）との関係は、次の数式1で表される。

【0021】

【数1】

$$t = \frac{4 \cdot J}{375} \int_{N_1}^{N_2} \left( \frac{9.8}{T_L} \right) dN$$

数式1において、経過時間t（単位 s）はタイマ15の出力、Jは負荷GD<sup>2</sup>設定器35の出力、N<sub>1</sub>は速度指令値によりそれぞれ既知の値であり、負荷トルクT<sub>L</sub>はトルク演算器31の出力を用いれば良い。また、負荷トルクを電動機速度の関数としても良い。なお、負荷GD<sup>2</sup>と全慣性モーメントJとは、GD<sup>2</sup> = 4・Jの関係にある。

【0022】タイマ15がタイムアップしてインバータ装置が出力を再開する際に、前記電動機速度演算器33で演算した電動機速度の周波数換算値を加減速演算器2の出力へワンショットで代入する。その結果、誘導電動機7の空転回転速度に近い周波数値での再始動がなされる。図2は図1に図示の第1実施例回路の動作を表したタイムチャートであって、図2①は商用電源9の電圧状態の変化を示し、図2②は誘導電動機7の回転速度の変化（破線）とインバータ装置の出力周波数（実線）の変化を示している。この図2において、T<sub>1</sub>は瞬時停電期間、T<sub>2</sub>は停電中の運転継続期間、T<sub>3</sub>はインバータ装置の出力遮断期間、T<sub>34</sub>は同期引き込み動作期間、T<sub>35</sub>は再加速期間であってT<sub>36</sub>は定常運転期間を示している。

【0023】この図2で明らかなように、本発明による同期引き込み動作期間T<sub>34</sub>は、図6に図示の従来例回路での同期引き込み動作期間T<sub>4</sub>よりも大幅に短縮されていることが分かる。なお、電動機速度演算器33などで実施される演算にマイクロ・コンピュータなどの高速演算装置を使用するならば、その計算時間は電動機二次時定数などで定まる待ち時間よりもはるかに短い。

【0024】図3は本発明の第2実施例を表したブロック回路図であるが、この図3の第2実施例回路は、図1で既述の第1実施例回路における一点鎖線で囲んだ部分を、定常運転周波数領域判別器40と再始動周波数設定器41および切り換えスイッチ42に置換して構成しているが、この置換部分以外の動作は図5で既述の従来例回路と同じである。よってここでは置換部分の動作のみを説明する。

【0025】図3に図示の第2実施例回路では、電動機定数と負荷トルク特性が予め分かっているか、時間設定器16で定めた時間が経過した後の誘導電動機7の回転速度がどの程度低下しているかを予め算出することが可能である。よってこの第2実施例回路では、複雑な電動機定数の設定や速度-負荷トルク特性の設定は行わ

(5)

7

い。すなわち再始動周波数設定器41で予め複数の再始動周波数を設定しておき、タイマ15の動作開始時での運転周波数を定常運転周波数領域判別器40で判別し、これに対応した再始動周波数を切り換えスイッチ42により再始動周波数設定器41から選択する。

【0026】図4は図3に図示の第2実施例回路の動作を表したタイムチャートであって、図4①は商用電源9の電圧状態の変化を示し、図4②は定常運転周波数が高い場合の誘導電動機7の回転速度の変化(破線)とインバータ装置の出力周波数(実線)の変化を示し、図4③は定常運転周波数が低い場合の誘導電動機7の回転速度の変化(破線)とインバータ装置の出力周波数(実線)の変化を示しているが、この図4において、 $T_1$ は瞬時停電期間、 $T_2$ は停電中の運転継続期間、 $T_3$ はインバータ装置の出力遮断期間、 $T_{44}$ は同期引き込み動作期間、 $T_{45}$ は再加速期間であって $T_{46}$ は定常運転期間を示している。

【0027】この第2実施例回路では、定常運転周波数の大小に対応して再始動周波数を切り換えるが、周波数を細かく分割してその設定数を多くすれば、同期引き込み時間20をより一層短縮できる。

【0028】

【発明の効果】従来のインバータ装置では、負荷である電動機に速度検出器を取り付けていない場合に電源に瞬時停電が発生すると、再始動の際の同期引き込み時に過大な突入電流が発生すると共に、同期引き込み時間が長くなる不具合があったが、本発明では、再始動時の電動機回転速度に近い周波数の交流電力をインバータ装置から出力させる回路構成にしているため、再始動時の突入電流を抑制することができるし、電動機を同期状態へ引き込むまでの時間が従来に比べて大幅に短縮できる効果が得られる。更に第2の発明では、負荷トルクの演算や自由回転中の電動機回転速度の演算が不要になるので、この演算に要する時間を節約できるし、これらの計算に必要な回路を省略できる効果も合わせて得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を表したブロック回路図

【図2】図1に図示の第1実施例回路の動作を表したタイムチャート

【図3】本発明の第2実施例を表したブロック回路図

【図4】図3に図示の第2実施例回路の動作を表したタイムチャート

8

タイムチャート

【図5】再始動装置付きインバータ装置の従来例を示したブロック回路図

【図6】図5で既述の従来例回路が停電復旧時にインバータ装置から出力する交流電力の周波数値を停電直前と同じ値にした場合の動作を示したタイムチャート

【図7】停電復旧時にインバータ装置が出力する交流電力の周波数値を零から徐々に上昇させた場合の動作を示したタイムチャート

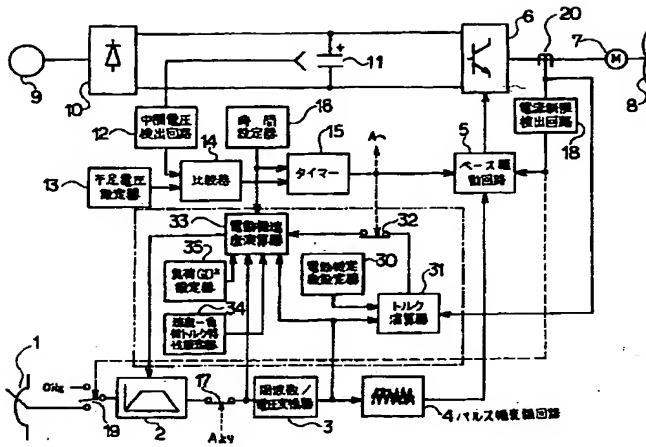
10 【図8】自由回転中の誘導電動機7に直流を流すことで得られる電流の周波数から電動機の回転速度(すなわち周波数値)を推定し、この推定周波数値で運転を再開させるサーチ方式の動作を示したタイムチャート

【符号の説明】

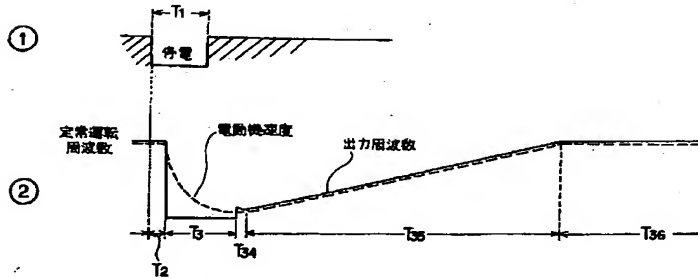
- |    |                       |
|----|-----------------------|
| 1  | 周波数設定器                |
| 2  | 加減速演算器                |
| 3  | 周波数/電圧変換器             |
| 4  | パルス幅変調回路              |
| 5  | ベース駆動回路               |
| 6  | 直流-交流変換器              |
| 7  | 誘導電動機                 |
| 9  | 商用電源                  |
| 12 | 中間電圧検出回路              |
| 13 | 不足電圧設定器               |
| 14 | 比較器                   |
| 15 | タイマ                   |
| 16 | 時間設定器                 |
| 17 | 保持回路                  |
| 18 | 電流制限レベル検出回路           |
| 19 | 周波数切り換え器              |
| 20 | 変流器                   |
| 30 | 電動機定数設定器              |
| 31 | トルク演算器                |
| 32 | スイッチ                  |
| 33 | 電動機速度演算器              |
| 34 | 速度-負荷トルク特性設定器         |
| 35 | 負荷GD <sup>2</sup> 設定器 |
| 40 | 定常運転周波数領域判別器          |
| 41 | 再始動周波数設定器             |
| 42 | 切り換えスイッチ              |

(6)

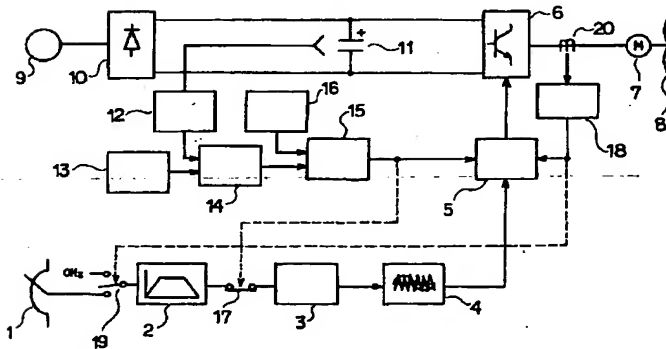
【図1】



【図2】



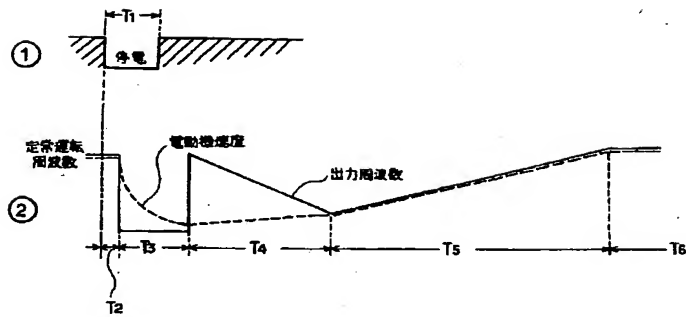
【図5】



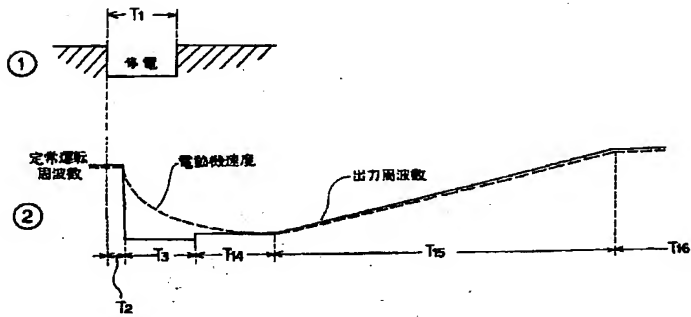


(8)

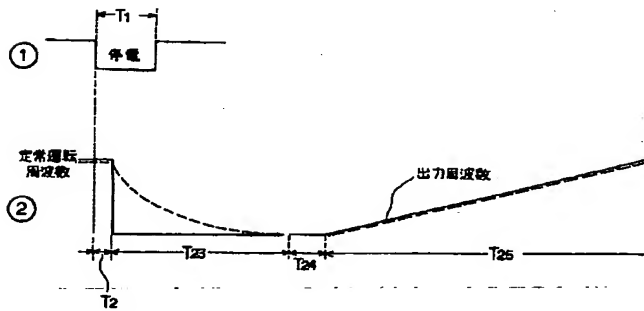
【図6】



【図7】



【図8】



(9)

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H007 BB06 CA01 CB02 CB05 CC03  
DB01 DC02 DC05 FA03 FA14  
FA18 FA19 GA05  
5H576 AA05 AA06 AA08 BB02 CC05  
DD04 EE04 EE11 EE22 HA02  
HB02 JJ03 JJ15 JJ18 JJ28  
KK05 LL22 LL24 LL38 MM02  
MM13